云 南 植 物 研 究　1995; **17** (1): 72—78
Acta Botanica Yunnanica

西藏扎布耶盐湖地区现代花粉雨的初步研究*

吴玉书　　　　肖家仪
（中国科学院植物研究所，北京 100044）　（南京师范大学，南京 210024）

摘要　从扎布耶盐湖和藏南地区采集的 21 块表土花粉分析结果，提供了花粉与植被，花粉与亚环境之间的定性关系。在扎布耶盐湖，a.泉水沼泽，以莎草科（Cyperaceae）花粉占优势。b.盐盘，藜科（Chenopodiaceae）和麻黄属（*Ephedra*）花粉含量高。c.山坡，分布变色锦鸡儿灌从，表土花粉以蒿属（*Artemisia*）和藜科为优势。d.河流沙滩，以蒿属和禾本科（Gramineae）花粉为主。e.常年盐湖，以蒿属占优势, 松属（*Pinus*）、云杉属（*Picea*）、冷杉属(*Abies*)、铁杉属（*Tsuga*）、桦属（*Betula*）和桤木属（*Alnus*）等乔木植物花粉在表土中普遍存在。以松粉百分含量最高（平均 26.5%）。同藏南 8 个表土样花粉分析结果相比较，现代花粉雨反映了森林和草原植被的不同。在西藏高原影响松粉分布的主要因素是大气环流。

关键词　扎布耶盐湖，现代花粉雨，亚环境，大气环流

A PRELIMINARY STUDY ON MODERN POLLEN RAIN OF ZABUYE SALT LAKE AREA, XIZANG

WU Yu-Su[1], XIAO Jia-Yi[2]
([1]*Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences,* Beijing 100044)
([2]*Najing Normal University,* Nanjing 210024)

Abstract　Pollen analysis of 21 surface samples collected from the Zabuye Salt Lake area and Southern Xizang Plateau provided information about the quanlitative relations between pollen content and vegetation, and pollen with subenvironment. In Zabbuye Salt Lake area, a. Samples from spring and swamp were dominated by pollen of Cyperaceae, b. Pollen percentage of Chenopodiaceae and *Ephedra* were high in salt pen. c. On hillslope were distributed by *Caragana versicales* shrub, the surface samples were dominated by pollen of *Artemisia* and Chenopodiaceae. d. Samples from river and sandflat were mainly composed of *Artemisia* and Gramineae. e. In Zabuye perennial saline lake were dominated by pollen of *Artemisia*. The tree pollen of *Pinus, Picea, Abies, Tsuga, Betula* and *Alnus* were common in surface sample, and pollen percentage of *Pinus* were highest (26.5% in average). As compared with 8 surface sample pollen analysis of Southern Xizang Plateau, vegetational variations between the steppe and forest are evident in the modern pollen rain. The atmospheric circulation is the main factor affecting the distribution of *Pinus* in Xizang Plateau.

Key words　Zabuye Salt Lake, Modern pollen rain, Subenvironment, Atmospheric circulation

* 国家自然科学基金及国家科委重点项目资助
1993-11-04 收稿, 1994-02-14 修回

通过表土和湖底表层沉积物的花粉分析，探讨花粉与植被之间的关系，已成为第四纪孢粉学研究的重要内容，其目的在于用现代花粉谱去解释化石花粉谱，以期正确地恢复历史时期的植被和气候。然而，这是一个复杂的理论问题，它涉及植物花粉的产量、保存和搬运一系列的机理[1,2]。目前正在探索中。从研究地区来说，过去多限于森林，对于草原，荒漠等草本植物为主地区研究较少[3]。青藏高原由于其特殊的地理位置，引起我国和其他各国科学家的极大关注，并纷纷地进入本地区从事各项科学考察。第四纪孢粉学研究就是其中之一。但进行系统地现代花粉雨研究工作则廖廖无几。近期翁成郁等研究了西昆仑地区不同地带的表土花粉，得出 7 种不同植被类型表土花粉谱，以及与植被间的数量关系。这项研究在青藏高原尚属首次。本文报道了西藏著名的扎布耶盐湖和藏南地区表土花粉分析结果，初步探讨了高原草原地区花粉与植被、花粉与亚环境之间的关系。这一结果可作为西藏地区第四纪孢粉研究的基础工作之一。

自然地理条件

扎布耶盐湖（E 84°04′，N 31°21′）地处西藏高原腹地，措勤县以西 200 km。湖面海拔 4421 m。为一常年盐湖。湖区周围地势大致为，西部远处为现代山谷冰川分布区。南、北面分布中低山，海拔 4600—5000m，东部为开阔的谷地。本区年平均温度 0.1—2℃，年降水量为 150mm，年蒸发量达到 2000—2340mm。显示气候寒冷干旱，并常常有大风。本区植被属西藏南羌塘高原草原区，以紫花针茅（*Stipa purpurea*）为主的草原植被[4]。由于湖周围亚环境不同，植物群落也有所不同。在湖滨有泉水地，主要是藏西嵩草（*Kobresia deasyi*）、藏北嵩草（*K. littledalei*）、扁穗草（*Blysmus compressus*）等组成的沼泽草甸群落。在山坡地带以变色锦鸡儿（*Caragana versicalas*）为主的灌丛植被。在干旱的沙地，固沙草（*Orinus thoroldii*）群落较普遍。根据本次调查所采集的湖区常见植物名录如表 1。

表 1 西藏扎布耶地区植物名录

Table 1 A list of plants in Zabuye area, Xizang

Ephedra saxatilis Royle ex Florin 藏麻黄
Myricaria prostrata HK. fet Thoms. ex Benth. et HK. f. 匍匐水柏枝
Myricaria rosea W. W. Smith. 卧生水柏枝
Glaux maritima L. 海乳草
Halerpestes tricuspis (Maxim.) Hahd.-Mazz. 三裂碱毛茛
Halerpestes cymbalaris (Paush) Green 水葫芦苗
Ceratoides compacta (Losinsk.) Jsien et C.G. Ma var. longipilosa Jsen et C.G.Ma 长毛垫状驼绒藜
Chenopodium faetidum Schrad. 菊叶香藜
Chenopodium prostratum Bge. 平卧藜
Suaeda corniculata (C.A.Mey.) Bge. (S.C. var. olufsenii (Pauls.) G.L.Chu) 角果碱蓬
Rhodiola sangpo-tibetica (Frod) S.H.Fa 藏布红景天
Thermopsis lancealata R. Br. 披针叶黄华
Oxytropis glacialis Benth. ex Bunge (O. proboscidea Bunge) 冰川棘豆
Oxytropis microphylla (Pall.) DC. 小叶棘豆
Stracheya tibetica Benth. (Astragalus toktjenensis Ulby.) 藏豆
Caragana versicalar (Wall.) Benth. 变色锦鸡儿
Euphorbia tibetica Boiss. 西藏大戟
Heteropappus gauldii (E.C.E.Fisch) Griers. 拉萨狗娃花
Artemisia yaunghusbandii I. R. Drumm. ex Pamp. 藏白蒿
Artemisia wellbyi Hemsl. et Peass. 藏沙蒿
Artemisia tainingensis Hand. Mazz. 川藏蒿
Artemisia santolinifolia Turcz. ex Bess. 细裂叶莲蒿
Crepis minuta Kitamura 小还阳参
Taraxacum bicolar (Turex.) DC. 两色蒲公英
Urtica tibetica W. T. Wang 西藏荨麻
Polygonum sibiricum Laxm. var. thomsonii Meisn. ex Stew. 细叶西伯利亚蓼
Salsala collina Pall. 猪毛菜

Triglochin palustris L. 水麦冬
Allium przewalskianum Regel 青甘韭
Stipa subsessiliflora (Rupr.) Roshev. var. basiplumosa (Munro et Hook. f.) P.C.Kuo et Y.H. Sun 羽柱针茅
Orinus thoroldii (Stapf) Bor 固沙草
Pennisetum centrasiaticum Tzvel. (Pennisetum flaccidum Griseb.) 白草
Leymus secalinus (Geargi.) Jzael. (Aneurolepidium dasystachys (Jrin.) Nevski.) 赖草
Blysmus sinocompressus Jany et Wang 华扁穗草
Lepidum capitatum Hook. f. et Thoms. 头花独行菜

材料和方法

在湖下 30 cm 处取表层沉积样 3 个，样品为含盐污泥。从湖周围不同的亚环境取表土样 10 个。另从藏南的林芝—措勤沿线采集 8 个表土（图 1，2）。

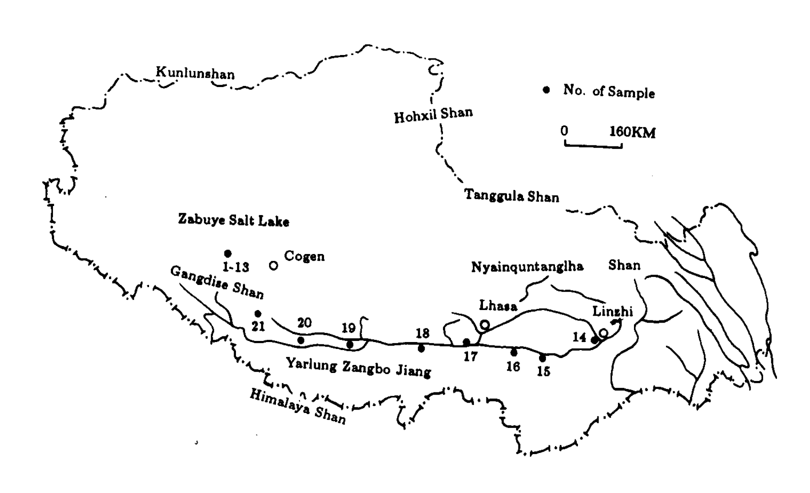


图 1　采样位置图

Fig.1　Map showing the location of sample collection

表土样多数为苔藓。野外采集的样品密封于塑料袋。样品带回实验室后，立即放入冰箱保存。采集的若是苔藓样，分析时先时蒸馏水冲洗干净，冲洗下来的沉积物同表土分析步骤一样，先加入一定数量的石松（*Lycopodium*）孢子。然后加盐酸（HCl）处理，用蒸馏水洗干净，加 5%的氢氧化钠（NaOH），煮沸 3 分钟，水洗干净，用比重 2.0 的重液浮洗两次。浮洗的有机物和花粉用醋酸酐分解。最后用蒸馏水洗净，即可在显微镜下观察。每块样品花粉统计数一般为 400 粒，最高到 600 多粒。各类花粉百分比计算是以孢粉总数为基础。

花粉分析结果

1. 扎布耶盐湖区

根据取样点不同的亚环境，分为以下 5 种类型（图 3）：

1）常年盐湖　指盐湖水下表层沉积，包括样品 11, 12 和 13。从图 3 可以看出，它们的花粉特征相似，以蒿属和松属为主，分别为 44.2%和 22.4%（指平均数，以下相同）。其它成分依次有莎草科 9.1%，禾本科 6.4%，藜科 3.5%及麻黄属 1.5%。乔木植物花粉除松粉外，少量或个别见到的还有云杉属、冷杉属、铁杉属、桦属和桤木属的花粉。草本植物还包括菊科（Compositae）、豆科

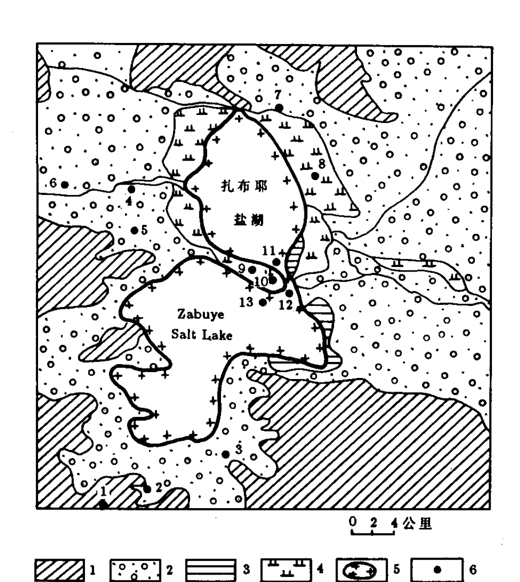


图 2　扎布耶盐湖地表亚环境及采样点位置图
1. 基岩；2.河流沙滩；3.盐盘；4.泉水沼泽；5.常年盐湖；6.采样点

Fig.2　Map showing the surface subenvironment and the location of sample collection in Zabuye Salt Lake area

1. Bed rock; 2. River and sadflat; 3. Salt pan; 4. Spring and swamp; 5. Perennial Saline lake; 6. Sampling location.

(Lequminosae)、龙胆属（*Gentiana*)、毛茛科（Ranunculaceae)、蔷薇科（Rosaceae)、蓼属（*Polygonum*)、旋花科（Convolvulaceae、唇形科（Labiatae）等，蕨类植物孢子有水龙骨科（Polypodiaceae)、卷柏属（*Selaginella*)，以及亲缘关系不清楚的光面单缝孢（*Monolete psilata*)。未见水生植物花粉，反映湖水已咸化。2）泉水沼泽地　包括样品 7, 8 号。花粉特征是以莎草科为主，含量分别为 25.8%和 40.5%，蒿属次之 (29.6%与 16.5%)。出现个别的淡水藻类单棘盘形藻（*Pediastrum simplex*）及苔藓孢子。花粉特征基本上反映了具有淡水沼泽植被类型。3）河流沙滩　包括样品 4, 5 和 6 号。花粉特征是以蒿属和禾本科为主，最高含量分别为 71.2%和 22.2%。见到个别的单棘盘形藻和苔藓孢子。本组合代表一个干旱沙生环境，具有淡水补给。4）盐盘　位于扎布耶盐湖中部的查布野钙华岛上，其土质含盐碱较高，地面生长有藏麻黄（*Ephedra saxatilis*)、川藏蒿（*Artemisia tainingensis*)、长毛垫状驼绒藜（*Ceratoides compacta*）等草本及小灌木植物。从表土样 9, 10 号分析结果，花粉组合特征是麻黄属百分含量在湖区为最高，分别为 25.9%和 18.4%。藜科花粉最高达到 40.2%，蒿属为 13.6%。这一花粉组合代表了

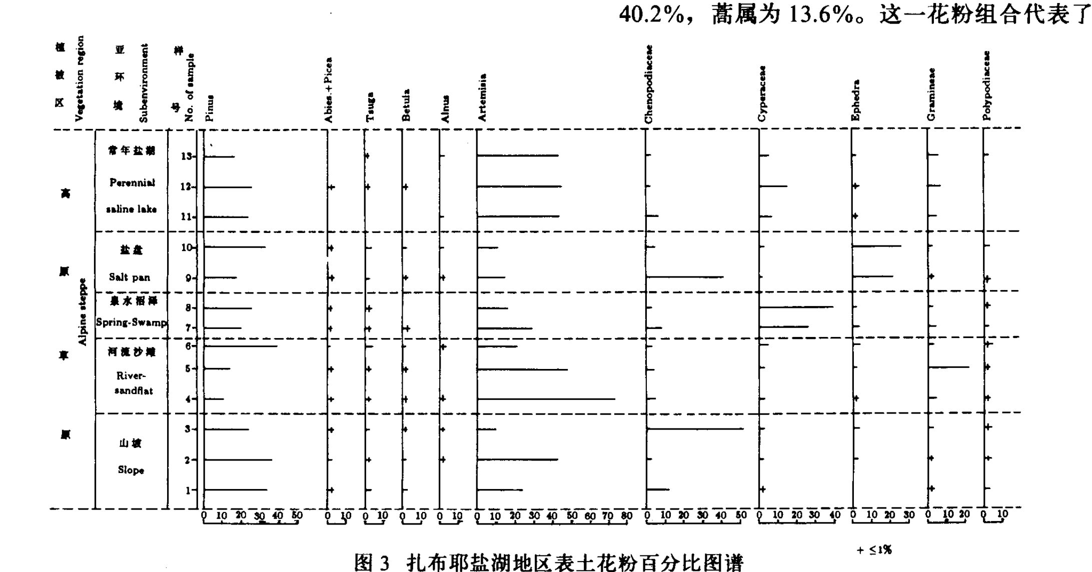


图 3　扎布耶盐湖地区表土花粉百分比图谱

Fig.3　Diagram of surface pollen percentage from Zabuye Salt Lake area

土质含盐碱高的环境。5）山坡地带　分布以变色锦鸡儿为主的灌丛。表土样包括1，2和3号。所分析的花粉成分是以蒿属、藜科为主，分别为27.7%和22.1%。包含变色锦鸡儿植物的豆科花粉，在组合中最高含量仅有2.7%，不能反映真实的植被成分。造成这一现象的可能原因是由于这类花粉产量低。因此，在解释化石花粉谱时，要考虑这一因素。

综上所述，盐湖地区表土花粉特征是以蒿属、藜科、麻黄属、莎草科和禾本科等草本植物及小灌木植物花粉为主要成分。在表土中普遍出现的乔木植物花粉，其中主要是松粉，它们是由森林地区长距离搬运到本区的。

2. 藏南地区

为了解释扎布耶地区乔木植物花粉来源，本文选择了藏南的林芝—措勤沿线采集表土。研究区植被包括亚热带常绿阔叶林，亚高山灌丛草原和高原草原。根据8个表土样分析结果（图4），灌丛草原和草原花粉谱不易分开，因此，将两者合在一起，称为非森林区，而常绿阔叶林区称为森林区。

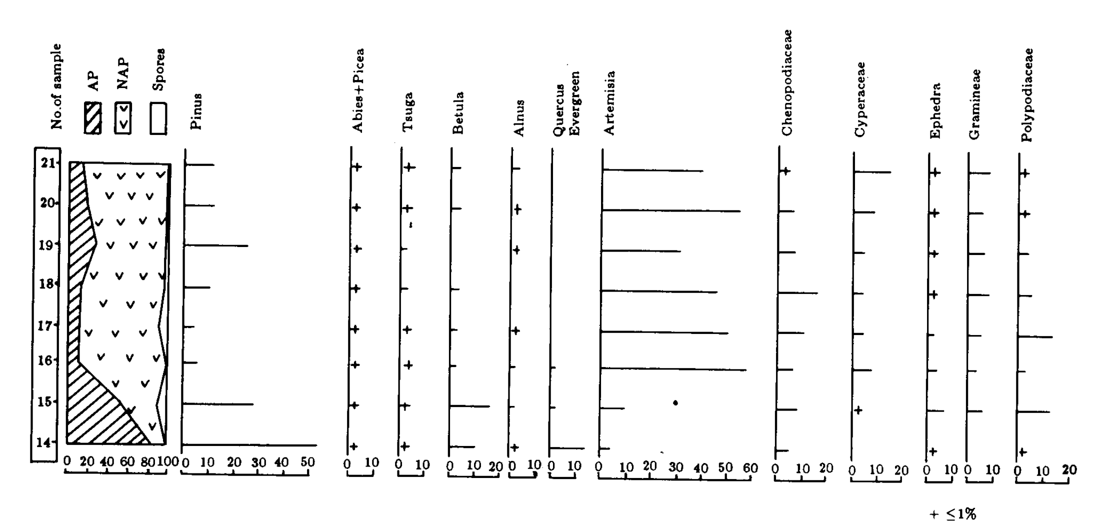


图4　藏南地区表土花粉百分比图谱

Fig.4　Diagram of surface pollen percentage from Southern Xizang Plateau

1）森林区　表土样14号，采于林芝县八一镇东坡冷杉林灌丛。本区自然条件大致情况是，年平均气温8.6℃，年降水量634.7mm，气候温暖湿润。云冷杉林为本区的最大森林类型。铁杉林混生于云冷杉林中或自成小片状分布。高山松（*Pinus densata*）在本区有较大面积分布[5]。阳坡地带分布有川滇高山栎（*Quercus aquifolioides*）林，白桦（*Betule platyphylla*）和山杨（*Popolus davidiana*）林呈斑块状分布。从该区表土分析所得结果，是以木本植物花粉占优势，占孢粉总数的83%，草本及小灌木花粉约16%，蕨类植物孢子仅1%。这一组合特征代表了森林类型。乔木植物花粉中松粉含量最高，约54.1%，其次为常绿栎类，桦属，铁杉属和云杉属等。在表土样中，冷杉花粉很少，这是由于冷杉是灌木状，还未成熟的原因。因此，以产量高、传播能力慢的松粉占优势。

2）非森森区　包括样品15—21。花粉谱是以草本及小灌木植物花粉占优势，含量从66%—84.4%，与森林区相比，无论从类型和数量均有明显增加。其中以蒿属占优势，从30.5%—55.3%（平均47.1%）。木本植物花粉急剧减少，约11.7%—29.5%。占主要成分的松粉，由森林区的54.1%下降到6%—26%。常绿栎类花粉离开森林区很快消失，说明栎类花粉传播能力很低。桦属花粉一般含量小于5%。其中15号样较突出，在本区含量最高，约16%。造成这一现象原因，可能由于采样点离桦树林很近的缘故。其它乔木植物如云杉、冷杉、铁杉、桤木等花粉含量很少但较稳定出现。灌木植物有少量的

小蘗科（Berberidaceae）、蔷薇科（Rosaceae）和杜鹃属（*Rhododendron*）等花粉。

此外，从本次表土分析所得总花粉浓度相比较，森林区高达 46776 粒／克，而非森林最低 3643 粒／克，最高到 14461 粒／克，明显地比森林区低得多。

上述藏南表土分析结果，花粉特征明显地反映了森林与灌木草原、草原不同植被类型。同时不难看出存在于扎布耶盐湖地区表土中的乔木植物花粉，可能由藏东南的森林传播而来。是否还有其它途经，尚需进一步工作。

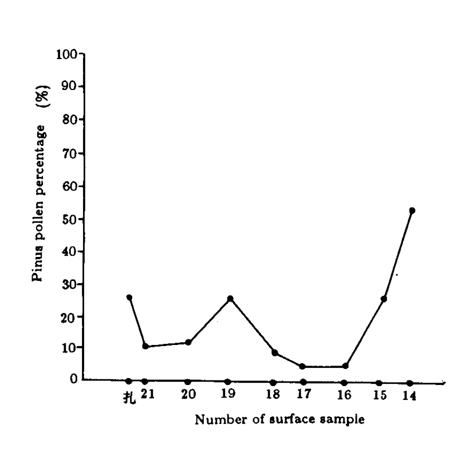


图 5　藏南地区表土中松粉百分比曲线

Fig.5　The percentage curve of *Pinus* in surface sample from Southern Xizang Plateau

讨　论

扎布耶盐湖位于高原草原区，从表土分析结果，松的花粉存在于所有样品中，而绝非偶然性，平均含量在 26%左右。关于无松区出现松粉现象，作者曾在云南梁王山现代花粉雨一文中有所报道[6]。近期李文漪等在研究了松林、松林外和含松的混交林表土花粉后，提出无松林区表土中的松粉含量一般为 30%以下[7]。下面将进一步讨论松粉的来源问题。

目前西藏的松林分布大体是，乔松（*Pinus griffithii*）林，呈狭长带状分布在喜马拉雅山南坡湿润山地；高山松、华山松（*P. armandi*）和云南松(*P. yunnanensis*) 林集中分布在西藏的东部或东南部地区; 西藏长叶松（*P. roxburyhii*）林，仅见于吉隆地区温暖向阳山谷中；西藏白皮松（*P. gerardiana*）林只分布西部扎达地区。这 6 种类型的松林距离扎布耶盐湖最近的西藏长叶松林和西藏白皮松林，至少有 400km。松粉离开母体，被长距离搬运到该湖，其主要因素是大气环流的影响。

西藏大气环流包括干、冷的西风环流和暖湿的西南季风。前者是冬半年控制西藏高原特别是高原的西、北部。后者是夏半年控制西藏气候。每年 5 月底—6 月初，来至印度洋的暖湿气流分 3 条途径进入西藏，正值松树开花期，极有利于松粉的传播。根据表土分析所作的松粉百分比变化曲线（图 5）可以看出，在藏东南有松林分布地区，表土中含量最高。随后进入无松区，曲线明显下降，包括样 15—17。说明这部分表土中的松粉主要受来自东南方向的季风影响，由东南向西风力逐渐减弱的结果。从样 18—21 松粉百分比有所增加，其中样 19 出现一个较高值，其原因可能由于这部分样品所在位置，距离喜马拉雅山较近。从南坡来的西南季风顺山谷和河流而上，将分布这些地区的乔松和西藏长叶松的花粉带到了本区，沉积在表土中。因此，这部分表土的松粉含量主要受南面来的气流影响。在扎布耶盐湖地区，由于冈底斯山的阻挡，从南部来的西南季风影响减弱。据当地《盐湖长期观察站》一年的气象记录，影响本区的大风主要来自西南方向。因此，在风力的作用下，将分布于喜马拉雅山南坡和扎达一带松林的花粉，沿山谷或河流被带到高原上。有时沉积下来的松粉，由于强劲的西风影响，往往再次卷起，搬运到更远的地方沉积。地处高原腹地的扎布耶盐湖地区，在松粉百分比曲线上又出值一个高值是完全可能的。

有关西藏高原松粉传播的机理，本文研究仅仅是初步的，有待进一步深入。但表土分析结果给了我们一个启示，在高原草原区进行第四纪孢粉研究中，如果孢粉组合中出现 30%以下的松粉含量，这时仍

有可能为无松林区。

致谢 贺超兴同志参加野外工作，帮助采集全部标本；齐文和张发胜同志协助野外工作；傅国勋高级实验师帮助植物标本的鉴定。

参 考 文 献

〔1〕Andersen S T. The relative pollen prodactivity and pollen reprsentation. *Danm Geol Unders*, 1970, **11** (96): 99.

〔2〕Davis M B. On the theory of pollen analysis. *Amer J Sci*, 1963, **261:** 897—912.

〔3〕翁成郁，孙湘君，陈田硕. 西昆仑地区表土花粉组合特征及其与植被的数量关系. 植物学报，1993，**35** (1): 69—79.

〔4〕中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏植被. 北京：科学出版社，1988，289—295.

〔5〕中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏森林. 北京：科学出版社，1985，110—116.

〔6〕吴玉书，肖家仪. 云南呈贡梁王山现代花粉雨的研究. 云南植物研究，1989，**11** (2): 145—153.

〔7〕李文漪，姚祖驹. 表土中松属花粉与植物间数关系的研究. 植物学报，1990，**32** (12): 943—950.